

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PENJADWALAN
PERKULIAHAN DI DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI UAJY**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



WISNU PRASOJO

16 06 08873

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PENJADWALAN PERKULIAHAN DI DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI UAJY

yang disusun oleh

WISNU PRASOJO

160608873

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 05 Januari 2021

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Anugrah Kusumo Pamosoaji, S.T., M.T., Ph.D.	Telah menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Anugrah Kusumo Pamosoaji, S.T., M.T., Ph.D.	Telah menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Anugrah Kusumo Pamosoaji, S.T., M.T., Ph.D.	Telah menyetujui
Penguji 2	: Ririn Diar Astanti, D.Eng.	Telah menyetujui
Penguji 3	: Kristanto Agung Nugroho, S.T., M.Sc.	Telah menyetujui

Yogyakarta, 05 Januari 2021

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Fakultas Teknologi Industri

Dekan

ttd

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wisnu Prasajo

NPM : 1606 08873

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul “Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penjadwalan Perkuliahan di Departemen Teknik Industri UAJY” merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2019/2020 yang bersifat orisinal dan tidak mengandung plagiasi dari karya mana pun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Bekasi, 17 Desember, 2020

Yang menyatakan,

Wisnu Prasajo

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua, Bayu Wicaksono, Nindita Nugraheni, Sarah Yohana, teman-teman terdekat dan diri saya sendiri.

Bagi mereka segala upaya dan kerja keras saya berikan. Tugas Akhir ini akan selalu memberikan arti bagi saya dan mengingatkan saya bahwa semua hal yang terlihat sulit belum tentu tidak mungkin dilakukan. Terkadang yang dibutuhkan adalah keberanian untuk memulai langkah pertama.

"It always seems impossible until it's done."

-Nelson Mandela



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus atas berkat dan penyertaan yang telah diberikan selama proses pengerjaan Tugas Akhir. Atas ijin-Nya pula proses pengerjaan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini diciptakan sebagai salah satu prasyarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana di Departemen Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Selama proses pengerjaan Tugas Akhir, terdapat beberapa pihak yang telah membantu baik dalam bentuk saran, pendapat, maupun doa. Oleh karena itu diucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membimbing selama Kelas Pengajuan Proposal Tugas Akhir.
2. Bapak Anugrah K. Pamosoaji, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan membagikan ilmunya selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Ibu Ririn Diar Astanti, ST., M.MT., Dr. Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Industri UAJY yang telah memberikan saran dan masukan selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Kepada kedua orang tua dan saudara yang telah mendoakan kelancaran proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Kepada Sarah Yohana yang memberikan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir.

Tugas Akhir ini tidaklah sempurna dan memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat di harapkan demi perbaikan dan kemajuan penelitian yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta orang-orang yang membutuhkan.

Bekasi, 17 Desember 2020

Penulis,

Wisnu Prasajo

DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	Halaman Pengesahan	ii
	Pernyataan Originalitas	iii
	Halaman Persembahan	iv
	Kata Pengantar	v
	Daftar Isi	vi
	Daftar Gambar	viii
	Daftar Tabel	x
	Intisari	xii
BAB 1	Pendahuluan	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Perumusan Masalah	3
	1.3. Tujuan Penelitian	3
	1.4. Batasan Penelitian	3
BAB 2	Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	4
	2.1. Tinjauan Pustaka	4
	2.2. Dasar Teori	9
BAB 3	Metodologi	15
	3.1. Tahap Pendahuluan	15
	3.2. Diagram Alir Tahap Pendahuluan	16
	3.3. Tahap Analisis Data	16
	3.4. Diagram Alir Tahap Analisis Data	17
	3.5. Tahap Pembuatan Algoritma	17
	3.6. Diagram Alir Tahap Desain Sistem	18
	3.7. Tahap Pembuatan Program	18

BAB	JUDUL	HAL
	3.8. Tahap Simulasi	19
BAB 4	Analisis Data	20
	4.1. Proses Bisnis	20
	4.2. Data Variabel	26
BAB 5	Desain Algoritma dan Program	37
	5.1. Algoritma Genetika (GA)	37
	5.2. Perancangan <i>Database</i>	59
BAB 6	Simulasi dan Hasil	64
	6.1. Langkah Penggunaan Program	64
	6.2. Pengisian Data Variabel	65
	6.3. Parameter Settings	68
	6.4. Pencarian Solusi	69
	6.5. Hasil Simulasi	70
BAB 7	Kesimpulan dan Saran	96
	7.1. Kesimpulan	96
	7.2. Saran	96
	Daftar Pustaka	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Tahap Pendahuluan	16
Gambar 4.1. Proses Bisnis Penyusunan Jadwal Perkuliahan	21
Gambar 4.2. Proses Bisnis Penyusunan Jadwal Perkuliahan (Lanjutan)	22
Gambar 4.3. Proses Bisnis Penjadwalan Perkuliahan Usulan	24
Gambar 4.4. Proses Bisnis Penjadwalan Perkuliahan Usulan (Lanjutan)	25
Gambar 5.1. Diagram Alir Algoritma Genetika Bagian I	39
Gambar 5.2. Diagram Alir Algoritma Genetika Bagian II	40
Gambar 5.3. Ilustrasi Model GA Penjadwalan Perkuliahan	41
Gambar 5.4. Ilustrasi Pembentukan <i>ClassT</i> dan <i>ClassP</i>	44
Gambar 5.5. Diagram Alir Metode <i>Swap</i>	46
Gambar 5.6. Diagram Alir <i>Room selection</i>	47
Gambar 5.7. Diagram Alir Pembentukan Jadwal Perkuliahan Gasal/Genap	48
Gambar 5.8. Diagram Alir Perhitungan <i>Conflicts</i>	50
Gambar 5.9. Diagram Alir <i>Crossover</i>	53
Gambar 5.10. Diagram Alir Mutasi	55
Gambar 5.11. Diagram Alir <i>Correction ClassesT</i>	57
Gambar 5.12. Diagram Alir <i>Correction ClassesP</i>	58
Gambar 5.13. <i>Entity Relationship Diagram</i>	62
Gambar 6.1. Tampilan Tabel <i>Subject</i>	65
Gambar 6.2. Tampilan Tabel <i>Course</i>	66
Gambar 6.3. Tampilan Tabel <i>Room</i>	66
Gambar 6.4. Tampilan Tabel <i>Meeting Time</i>	67
Gambar 6.5. Tabel <i>SubjectCourse</i>	67
Gambar 6.6. Ilustrasi Pengisian Nilai Parameter	68
Gambar 6.7. Ilustrasi Program Menampilkan Data <i>Subject</i> dan <i>Course</i>	69

Gambar 6.8. Ilustrasi Program Melakukan Pencarian Solusi	70
Gambar 6.9. Ilustrasi Ekspor Hasil Program Menjadi <i>File Excel</i>	70
Gambar 6.10. Grafik Perbandingan <i>Fitness Data set</i> Gasal 2019/2020	93
Gambar 6.11. Grafik Perbandingan <i>Fitness Data set</i> Genap 2019/2020	95



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Daftar Tinjauan Pustaka	8
Tabel 4.1. Data Mata kuliah Teori Gasal 2019/2020	26
Tabel 4.2. Data Mata kuliah Teori Gasal 2019/2020 (Lanjutan)	27
Tabel 4.3. Data Mata kuliah Genap 2019/2020	27
Tabel 4.4. Data Mata kuliah Genap 2019/2020 (Lanjutan)	28
Tabel 4.5. Data Kelas Paralel Semester Gasal 2019/2020 (Bagian 1)	28
Tabel 4.6. Data Kelas Semester Gasal 2019/2020 (Bagian 2)	29
Tabel 4.7. Data Kelas Paralel Semester Gasal 2019/2020 (Bagian 3)	30
Tabel 4.8. Data Kelas Paralel Semester Gasal 2019/2020 (Bagian 4)	31
Tabel 4.9. Data Kelas Paralel Semester Genap 2019/2020 (Bagian 1)	32
Tabel 4.10. Data Kelas Paralel Semester Genap 2019/2020 (Bagian 2)	33
Tabel 4.11. Data Kelas Paralel Semester Genap 2019/2020 (Bagian 3)	34
Tabel 4.12. Data Ruang Kelas TI Reguler	35
Tabel 4.13. Data Hari-Sesi	36
Tabel 4.14. Jumlah Data Variabel	36
Tabel 5.1. Definisi Batasan Penjadwalan	38
Tabel 5.2. Daftar Istilah	43
Tabel 5.3. Daftar Entitas	59
Tabel 5.4. <i>Design</i> Tabel Mata kuliah	60
Tabel 5.5. <i>Design</i> TabelKelas	60
Tabel 5.6. Design Tabel Ruangan	60
Tabel 5.7. <i>Design</i> Tabel <i>Meeting Time</i>	61
Tabel 5.8. <i>Design</i> Tabel <i>SubjectCourse</i>	61
Tabel 5.9. Keterangan Atribut Tabel <i>SubjectCourse</i>	63
Tabel 6.1. Langkah Penggunaan Program	64

Tabel 6.2. Tabel <i>Parameter Settings</i> untuk <i>Data set</i> Gasal	68
Tabel 6.3. Tabel <i>Parameter Settings</i> untuk <i>Data set</i> Genap	69
Tabel 6.4. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Gasal 1 Bagian I	71
Tabel 6.5. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Gasal 1 Bagian II	72
Tabel 6.6. Jadwal Perkuliahan Praktikum Semester Gasal 1	73
Tabel 6.7. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Gasal 2 Bagian I	74
Tabel 6.8. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Gasal 2 Bagian II	75
Tabel 6.9. Jadwal Perkuliahan Praktikum Semester Gasal 2	76
Tabel 6.10. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Gasal 3 Bagian I	77
Tabel 6.11. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Gasal 3 Bagian II	78
Tabel 6.12. Jadwal Perkuliahan Praktikum Semester Gasal 3	79
Tabel 6.13. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Genap 2 Bagian I	80
Tabel 6.14. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Genap 2 Bagian II	81
Tabel 6.15. Jadwal Perkuliahan Praktikum Semester Genap 2	82
Tabel 6.16. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Genap 2 Bagian I	83
Tabel 6.17. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Genap 2 Bagian II	84
Tabel 6.18. Jadwal Perkuliahan Praktikum Semester Genap 2	85
Tabel 6.19. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Genap 3 Bagian I	86
Tabel 6.20. Jadwal Perkuliahan Teori Semester Genap 3 Teori Bagian II	87
Tabel 6.21. Jadwal Perkuliahan Praktikum Semester Genap 3	88
Tabel 6.22. <i>Computation Time</i>	89
Tabel 6.23. Grafik <i>Computation Time</i>	90
Tabel 6.24. Contoh Pengelompokan Mata kuliah Berdasarkan Ruangan	91
Tabel 6.25. <i>Fitness Comparison Data set</i> Gasal 2019/2020	92
Tabel 6.26. <i>Fitness Comparison Data set</i> Genap 2019/2020	94

INTISARI

Jadwal perkuliahan merupakan hal penting yang harus dimiliki universitas dalam menjalankan aktivitas utamanya. Universitas perlu melakukan proses penjadwalan perkuliahan untuk setiap semester. Pada Departemen Teknik Industri UAJY penjadwalan perkuliahan dilakukan secara manual. Hal tersebut cukup menjadi tugas yang sulit dilakukan mengingat permasalahan penjadwalan perkuliahan tergolong sebagai *NP-Hard Problem* dan tergolong sebagai permasalahan *combinatorial* yang kompleks. Selain itu terdapat banyak batasan penjadwalan yang tidak boleh dilanggar. Hal ini juga akan memberikan beban bagi pengambil keputusan.

Berdasarkan permasalahan penjadwalan perkuliahan tersebut, perlu dibuat suatu sistem penjadwalan perkuliahan berupa program yang berperan sebagai *Decision Support System* (DSS). Algoritma genetika merupakan suatu metode *metaheuristic* yang dapat digunakan untuk menghasilkan rekomendasi jadwal perkuliahan. Penelitian ini memodifikasi konsep mutasi dan *crossover* yang ada pada algoritma genetika. Fungsi objektif atau *fitness* dari rekomendasi jadwal yang dihasilkan program diukur dengan maksimasi rata-rata utilitas ruangan yang digunakan.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan meningkatkan *population size*, performa algoritma genetika juga meningkat. Hal tersebut ditunjukkan dengan semakin cepatnya aplikasi menghasilkan rekomendasi jadwal dengan *fitness* tertinggi yang nilainya konstan hingga akhir generasi. Selain itu ditemukan bahwa algoritma genetika yang digunakan cenderung menghasilkan peningkatan kualitas jadwal setiap generasinya.

Kata kunci : Permasalahan Penjadwalan Perkuliahan, Algoritma Genetika, Utilitas Ruang Kelas.

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap universitas memerlukan sebuah jadwal untuk masing-masing kegiatan yang dilangsungkan. Jadwal diperlukan sebagai pedoman melangsungkan kegiatan, mengingat keterbatasan sumber daya yang dimiliki universitas. Sumber daya tersebut dapat berupa waktu, jumlah ruangan, kapasitas ruangan, pengajar, dan lain sebagainya. Alasan jadwal diperlukan adalah agar pihak-pihak yang terlibat dalam suatu kegiatan memiliki informasi mengenai waktu mulai dan selesainya kegiatan. Bila seluruh pihak mengetahui jadwal kegiatannya, maka peran mereka dapat dijalankan tepat waktu. Tujuan dari kegiatan kemudian dapat dicapai sesuai target waktu yang ditetapkan. Kegiatan lain yang merupakan bagian dari sistem yang lebih besar ikut terjaga keberlangsungannya.

Jadwal perkuliahan merupakan salah satu jenis jadwal yang dimiliki universitas. Jadwal tersebut berfungsi sebagai pedoman mengenai kapan kegiatan belajar mengajar yang melibatkan dosen dan mahasiswa dilangsungkan. Dengan adanya jadwal perkuliahan sebagai pedoman, rencana pembelajaran mata kuliah yang disediakan universitas kepada mahasiswa dapat diselesaikan dalam kurun waktu tertentu. Jadwal perkuliahan tersebut berisi informasi mengenai mata kuliah yang diajarkan, kelas, ruangan, hari, sesi, serta dosen pengampu suatu pertemuan.

Pembuatan jadwal kuliah memerlukan waktu, persetujuan dari pihak tertentu, serta analisa untuk menghindari adanya kesalahan pengalokasian waktu dan ruangan ke dalam suatu kelas. Selain itu diperlukan juga pemahaman terkait berbagai batasan penjadwalan. Batasan-batasan tersebut mutlak harus dipenuhi dalam pembuatan jadwal perkuliahan. Tidak terdapat dua atau lebih kelas yang dijadwalkan pada ruangan dan waktu yang sama, tidak terdapat ruangan yang *over capacity* merupakan beberapa contoh batasan. Jadwal perkuliahan dikatakan *feasible* atau layak untuk digunakan sebagai pedoman apabila tidak ada batasan yang dilanggar (*zero conflicts*).

Terkait *resource* berupa ruang kelas, Departemen Teknik Industri UAJY mempunyai dua jenis ruangan yang dibedakan berdasarkan kapasitasnya. Dua jenis ruangan tersebut dinamakan kelas besar dan kelas kecil. Kelas besar memiliki kapasitas maksimal 70 kursi, dan kelas kecil memiliki 40 kursi. Preferensi

departemen terkait ruangan ini adalah agar kapasitas dari kelas besar dan kecil disesuaikan dengan jumlah peserta suatu mata kuliah. Hal tersebut dilakukan agar tidak terjadi kondisi ruangan yang *underutilized*. Contohnya bila jumlah peserta kelas-mata kuliah adalah 30 mahasiswa, maka sebaiknya ruangan yang digunakan adalah kelas kecil. Jika kelas-mata kuliah tersebut menggunakan kelas besar, maka kelas tersebut akan *underutilized* dan terjadi pemborosan sejumlah 40 kursi. Ruang merupakan salah satu aset berharga bagi universitas dalam menjalankan aktivitas utamanya (Abdullah dkk., 2012). Menurut Logendra (2015) secara kuantitatif kapasitas ruangan kelas yang *underutilized* akan meningkatkan biaya operasional saat melakukan proses belajar mengajar. Sebagai contoh salah satu biaya operasional adalah listrik. Pemborosan kapasitas ruangan bisa mengakibatkan pengeluaran biaya listrik yang lebih besar dibandingkan bila kelas tersebut ditempatkan di ruangan kecil.

Penjadwalan yang saat ini dilakukan oleh Departemen Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta disusun menggunakan *software Microsoft Excel*. Ketua departemen dibantu sekretaris memasangkan secara mandiri waktu dan ruangan yang tersedia untuk suatu kelas mata kuliah. Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam melakukan hal tersebut adalah data mata kuliah yang ditawarkan, data jumlah mahasiswa yang tercatat saat praKRS mengambil mata kuliah tersebut, data ruang kelas yang tersedia, data ketersediaan dosen, data hari dan sesi pertemuan, jadwal perkuliahan tahun sebelumnya sebagai referensi, data tambahan lainnya bila diperlukan. Kemungkinan terjadinya *human error* saat memasangkan data juga masih dapat terjadi mengingat banyaknya batasan yang perlu diperhatikan.

Semakin banyak batasan yang dipertimbangkan, maka kegiatan penjadwalan akan semakin rumit dan butuh waktu pengerjaan yang lebih lama. Departemen Teknik Industri Atma Jaya Yogyakarta saat ini masih memiliki beberapa hal yang ingin diupayakan dalam proses penjadwalan perkuliahan. Pertama, proses pengambilan keputusan dalam melakukan penjadwalan di harapkan dapat dilakukan dengan semakin mudah dan cepat. Kedua, meski pengambilan keputusan dilakukan dengan mudah dan cepat, batasan atau kebijakan departemen tetap terpenuhi.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian dapat disimpulkan beberapa perumusan masalah. Pertama adalah bagaimana mengurangi risiko terjadinya *human error* saat melakukan penjadwalan. Kedua, bagaimana agar jadwal perkuliahan yang dihasilkan melalui proses yang lebih cepat namun memiliki *zero conflicts*. Ketiga adalah bagaimana agar jadwal yang dihasilkan memiliki utilitas ruangan yang optimal untuk menghindari pemborosan kapasitas ruangan.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan sebuah program penjadwalan perkuliahan sebagai *Decision Support System* (DSS) yang mampu merekomendasikan jadwal dengan *zero conflicts* dan memberikan rata-rata utilitas ruangan yang optimal sebagai bentuk minimasi pemborosan kapasitas ruangan.

1.4. Batasan Penelitian

Agar penelitian memiliki fokus yang jelas dan tidak melupakan tujuan utamanya maka ditentukan batasan-batasan penelitian sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan di Departemen Teknik Industri UAJY. Batasan yang ada disesuaikan dengan kondisi departemen tersebut. Oleh karena itu solusi dari penelitian ini belum tentu dapat digunakan di departemen ataupun universitas lain.
- b. Penelitian dimulai pada bulan Januari 2020, dan selesai pada bulan Desember 2020.
- c. Jadwal perkuliahan yang direkomendasikan oleh sistem tidak mengalokasikan dosen pengampu.
- d. Penelitian mengasumsikan bahwa satu mata kuliah hanya diampu oleh satu dosen. Oleh karena itu kelas paralel tidak dapat dijalankan pada hari dan sesi yang bersamaan.
- e. Program yang dihasilkan masih belum memiliki *User interface*, dan merupakan *prototype* yang terbuka untuk dikembangkan melalui penelitian lainnya.
- f. Tidak seluruh batasan dalam penjadwalan perkuliahan di Departemen Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta diperhitungkan dalam penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian serupa dengan permasalahan *University Course Timetabling Problem* (UCTP) pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian pertama dilakukan oleh Buliali dkk. (2008) mengenai penjadwalan perkuliahan. Ruang lingkup penelitian terbatas di jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas ITS. Buliali dkk. (2008) Menggunakan metode algoritma genetika digabungkan dengan metode *constraints satisfaction problem* (CSP). Kromosom yang telah di *generate* melalui algoritma genetika kemudian diseleksi menggunakan metode tersebut. Hal ini dilakukan agar jadwal perkuliahan melalui proses *generate* yang terarah dan solusi dipastikan tidak melanggar batasan atau kebijakan jurusan.

Melalui penelitian tersebut dapat disimpulkan beberapa hal. Pertama, dengan menggabungkan algoritma genetika dengan *constraint satisfaction problem* jadwal perkuliahan yang direkomendasikan sistem tidak menyalahi batasan. Kedua, proses penjadwalan dinilai menjadi lebih efisien dan efektif. Dinyatakan efisien karena memberikan penghematan dari segi waktu dan usaha untuk melakukannya. Dinyatakan efektif karena meski waktu dan usaha yang dikeluarkan lebih sedikit namun jadwal yang dihasilkan tetap sesuai dengan tujuan. Ketiga, sistem mampu melakukan optimasi dalam hal minimasi waktu tunggu antar kuliah bagi mahasiswa.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Laksono dkk. (2016) dalam sebuah studi kasus di Fakultas Kedokteran dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Jakarta. Penelitian mengangkat permasalahan mengenai sulitnya melakukan penjadwalan perkuliahan di fakultas kedokteran dan kesehatan. Kesulitan yang dialami terkait keterbatasan waktu mengajar para dosen baik dosen luar maupun lokal. Dosen-dosen tersebut kebanyakan berprofesi sebagai dokter yang memiliki jadwal padat dan sering berubah. Menurut Laksono dkk. (2016) penjadwalan akan bertambah sulit bila dikerjakan secara manual. Kesulitan lain juga dialami saat pihak fakultas harus mengumumkan perubahan jadwal kepada mahasiswa dan dosen (dan pihak lainnya yang terlibat). Selama ini perubahan jadwal diumumkan melalui papan pengumuman, sehingga riskan bagi pihak yang berkepentingan melewatkan informasi terkait perubahan jadwal.

Laksono dkk. (2016) menawarkan solusi berupa merancang sistem informasi penjadwalan perkuliahan menggunakan metode algoritma genetika. Algoritma genetika digunakan agar sistem informasi mampu menghasilkan jadwal perkuliahan secara otomatis. *Fitness* atau fungsi tujuan yang digunakan adalah maksimasi waktu ketersediaan dosen per minggu. Semakin tinggi waktu ketersediaan dosen setiap minggu, maka kromosom dipandang semakin bagus. Selain membuat jadwal perkuliahan, terdapat tujuan lain dari sistem informasi rancangan Laksono dkk. (2016). Sistem informasi juga dibuat dengan tujuan mempermudah akses informasi terkait jadwal perkuliahan dan perubahannya. Melalui sistem informasi, seluruh pihak yang terlibat dalam proses perkuliahan dapat semakin mawas terhadap perubahan jadwal yang sifatnya tiba-tiba. Laksono dkk. (2016) kemudian menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD) untuk membangun sistem informasi yang memenuhi tujuan tersebut.

Terdapat beberapa kesimpulan dari penelitian yang dilakukan oleh Laksono dkk. (2016). Pertama, telah berhasil dirancang sebuah sistem informasi yang mampu menghasilkan jadwal secara otomatis. Dengan adanya sistem informasi tersebut efisiensi dari segi waktu dapat dicapai, dan *error* dalam penjadwalan dapat dikurangi. Kedua, informasi jadwal kuliah dan perubahan yang terjadi juga dapat secara mudah diakses melalui sistem informasi. Dan yang terakhir, sistem informasi juga memfasilitasi dosen untuk mengisikan waktu ketersediaan mengajarnya yang dapat berubah-ubah setiap semester.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Mahiba & Durai (2012) dengan judul *Genetic Algorithm with Search Bank Strategies for University Course Timetabling Problem*. Permasalahan yang diangkat mengenai bagaimana mencari jadwal perkuliahan yang memenuhi batasan penjadwalan suatu universitas dengan metode yang lebih efektif. Metode algoritma genetika yang dilakukan oleh Mahiba & Durai (2012) ditingkatkan dengan konsep *local*, *guided*, *tabu search*. *Local search* dilakukan untuk meningkatkan jumlah solusi. *Guided search* dilakukan dengan tujuan untuk mempersempit pencarian solusi. *Tabu search* digunakan untuk menghilangkan suatu *fit solution* yang telah didapatkan, agar tidak tercipta solusi yang sama di proses berikutnya. Tiga konsep ini ditambahkan karena algoritma genetika secara konvensional dinilai kurang mampu memberikan hasil yang memuaskan (Mahiba & Durai, 2012). Sebagai perbandingan eksperimental, penelitian ini juga membandingkan antara enam konsep algoritma genetika lanjutan. Perbandingan tersebut dinilai berdasarkan rata-rata jumlah *fit solutions*.

Sebagai hasil penelitian yang telah dicapai berikut beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian Mahiba & Durai (2012). Pertama, kesimpulan terkait studi eksperimental yang membandingkan enam metode algoritma genetika antara lain *Search Bank Genetic Algorithm* (SBGA), *Tabu Search* (TS), *Steady State Genetic Algorithm* (SSGA), *Genetic Algorithm with Local Search* (GALS), *Guided Search Genetic Algorithm* (GSGA), *Extended Guided Search Genetic Algorithm* (EGSGA). Berdasarkan hasil statistik performa masing-masing metode algoritma genetika, SBGA merupakan metode yang menghasilkan *fit solution* terbanyak. Hasil tersebut berlaku pada permasalahan skala besar, sedang, dan kecil yang masing-masing telah dilakukan sebanyak 50 kali percobaan. Kedua, permasalahan penjadwalan perkuliahan berhasil diselesaikan oleh metode algoritma SBGA dengan memenuhi seluruh batasan universitas yang sejauh ini diperhitungkan. Meski demikian Mahiba & Durai (2012) menyatakan penelitian yang dilakukan masih kurang lengkap dalam memperhitungkan batasan penjadwalan universitas pada dunia nyata.

Penelitian keempat dilakukan oleh Akkan & Gülcü (2018) dengan judul *A bi-Criteria Hybrid Genetic Algorithm with Robustness Objective for The Course Timetabling Problem*. Permasalahan yang menjadi fokus dari penelitian adalah bahwa rekomendasi jadwal perkuliahan dengan algoritma genetika tradisional dinilai kurang *robust* terhadap perubahan. Perubahan dapat berupa penyesuaian akhir oleh pembuat jadwal atau pihak yang berwenang. Modifikasi waktu pelaksanaan suatu pertemuan pada saat tertentu merupakan hal yang paling sering dijumpai (Akkan & Gülcü, 2018). Perubahan waktu suatu pertemuan dapat berdampak pada pelaksanaan kelas lain. Rekomendasi jadwal perkuliahan yang tidak memiliki ketahanan terhadap perubahan dapat menjadi tidak *feasible* lagi. Oleh karena itu, fleksibilitas jadwal terhadap perubahan pada kenyataannya adalah penting.

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, Akkan & Gülcü (2018) melakukan beberapa pengembangan terhadap algoritma genetika. Algoritma kembangan tersebut dinamakan *Multi Objective Genetic Algorithm* (MOGA). Dinamakan *multi objective* karena terdapat dua solusi yang ingin dioptimasi. Pertama adalah meminimasi pelanggaran terhadap batasan yang diperhitungkan. Kedua adalah maksimasi nilai *robustness* rekomendasi jadwal. Hasil dari MOGA tidak dapat 100% mementingkan satu objektif. Mementingkan satu objektif bisa jadi memberikan kemungkinan harus mendegradasi objektif lainnya. Oleh karena itu penelitian ini mencari solusi berupa *pareto optimal-front* (bukan *single solution*)

untuk menilai solusi berdasarkan minimasi *penalty* pelanggaran batasan dan maksimasi *robustness* secara keseluruhan dan adil.

Hal yang dapat disimpulkan dari penelitian tersebut adalah bahwa MOGA berhasil memberikan rekomendasi jadwal yang memenuhi fungsi tujuan terkait minimasi pelanggaran dan *robustness* di setiap iterasinya. Hal tersebut ditunjukkan dari *pareto-optimal front* yang disajikan. Kedua, solusi yang dihasilkan juga memberikan cukup alternatif perubahan bagi *decision maker* bila modifikasi diperlukan pada saat tertentu. Ketiga, penelitian melakukan pengujian menggunakan *data set* dan permasalahan penjadwalan dari *International Timetabling Competition 2007*.

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan seluruhnya berpandangan sama terhadap karakteristik permasalahan penjadwalan perkuliahan. Penjadwalan perkuliahan tergolong sebagai *NP-Hard Problem* yang cocok diselesaikan dengan metode *heuristic*. Algoritma genetika merupakan metode *metaheuristic* yang mampu membantu penyelesaian permasalahan penjadwalan perkuliahan dengan cukup baik. Hal ini dapat dilihat dari algoritma genetika yang tetap mampu memberikan rekomendasi jadwal di tengah perbedaan permasalahan dan batasan yang diangkat masing-masing penelitian. Dapat dikatakan bahwa algoritma genetika merupakan suatu metode yang cukup tepat untuk digunakan dalam membantu penyelesaian permasalahan penjadwalan perkuliahan. Rangkuman terkait studi literatur dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Daftar Tinjauan Pustaka

Peneliti	Fokus Permasalahan	Metode	Hasil
Buliali dkk. (2008)	Permasalahan penjadwalan perkuliahan yang fokus pada mengeliminasi pelanggaran batasan penjadwalan.	Menggunakan metode algoritma genetika untuk menyusun rekomendasi jadwal dan menggunakan <i>Constraint Satisfaction Problem</i> untuk mengeliminasi pelanggaran batasan.	Sistem memberikan rekomendasi jadwal yang tidak melanggar batasan.
Laksono dkk. (2016)	Permasalahan penjadwalan perkuliahan dan permasalahan aliran informasi jadwal perkuliahan.	Menciptakan sistem informasi dengan metode RAD yang sekaligus mampu menjadwalkan perkuliahan dengan penerapan algoritma genetika.	Sistem informasi yang mampu menjadwalkan perkuliahan dan mempermudah akses informasi terkait jadwal tersebut.
Mahiba & Durai (2012)	Pengembangan algoritma genetika untuk penyelesaian permasalahan penjadwalan perkuliahan.	Mengembangkan metode algoritma genetika dengan memadukan metode <i>Search Bank</i> yang terdiri dari <i>local</i> , <i>guided</i> , dan <i>tabu search</i> .	Berdasarkan hasil perbandingan eksperimental SBGA mampu mengungguli beberapa algoritma genetika lanjutan lainnya dalam hal banyaknya jumlah <i>fit solution</i> .
Akkan& Gülcü (2018)	Permasalahan penjadwalan perkuliahan dengan mempertimbangkan <i>robustness</i> jadwal perkuliahan terhadap perubahan atau penyesuaian akhir oleh <i>decision maker</i> .	Menggunakan <i>Multi-Objective Genetic Algorithm</i> yang fokus pada dua hal yaitu minimasi <i>penalty</i> pelanggaran batasan, dan maksimasi <i>robustness</i> akibat perubahan waktu suatu kelas.	MOGA mampu menghasilkan jadwal perkuliahan yang memiliki nilai tinggi terhadap <i>robustness</i> jadwal akibat perubahan, dan nilai <i>penalty</i> yang rendah. Solusi yang dihasilkan memberikan beberapa alternatif perubahan bagi <i>decision maker</i> .

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Sistem

Menurut Kadir (2003), sistem merupakan kumpulan komponen yang saling terhubung satu dengan yang lainnya untuk berproses dan berinteraksi mencapai suatu tujuan. Jogiyanto (2005) kemudian mengemukakan beberapa ciri dari suatu sistem yang mampu membedakan antara satu sistem dengan sistem lainnya. Ciri atau karakteristik pembeda tersebut antara lain terdiri dari komponen, batasan sistem, lingkungan, penghubung, *input*, proses, *output*, serta sasaran dan tujuan.

2.2.2. Penjadwalan Perkuliahan

Secara umum, kata “jadwal” mengacu kepada sebuah dokumen. Dokumen tersebut digunakan untuk memberikan informasi mengenai kapan suatu kegiatan berlangsung, dengan catatan semua hal terjadi sesuai dengan yang direncanakan (Baker & Trietsch, 2009). Dibalik dari informasi-informasi yang diberikan oleh sebuah jadwal terdapat aktivitas penjadwalan. Penjadwalan menurut Baker dan Triesch (2009) adalah pengalokasian berbagai sumber daya yang dimiliki untuk menyelesaikan suatu tugas di tempat tertentu, dalam jangka waktu tertentu. Pengalokasian tersebut bergantung pada konteks dari penjadwalan yang dilakukan. Di dalam proses penjadwalan tersebut umumnya terdapat proses pengambilan keputusan yang penting bagi industri jasa maupun manufaktur. Penjadwalan dilakukan agar suatu organisasi dapat mengatur sumber daya yang dimilikinya untuk mencapai suatu tujuan secara optimal.

Menurut Schaerf (1999), permasalahan penjadwalan dibidang pendidikan atau disebut *educational timetabling* dapat digolongkan ke dalam tiga jenis. Pertama, *School Timetabling* yang menghasilkan jadwal mingguan dari seluruh kelas di sekolah. Batasan yang menjadi fokus dari jenis pertama adalah tidak boleh ada seorang pengajar yang dijadwalkan mengajar dua kelas berbeda di waktu yang bersamaan, begitu pun sebaliknya. Kedua, *Course Timetabling* yang merupakan jadwal mingguan dari kelas-mata kuliah atau *Courses* suatu universitas. Schaerf(1999) menjelaskan dalam melakukan *Course Timetabling* perlu memperhatikan minimasi jumlah kelas-mata kuliah yang tumpang tindih atau dijalankan pada waktu yang bersamaan. Jenis ketiga adalah *Examination Timetabling* yaitu penjadwalan ujian dari kelas-mata kuliah suatu universitas. Penjadwalan ujian suatu-kelas mata kuliah harus diperhatikan agar tidak banyak tumpang tindih dengan jadwal ujian lainnya. Hal tersebut dilakukan agar

mahasiswa dapat mengikuti seluruh ujian yang dijadwalkan. Ketiga jenis penjadwalan tersebut dapat dibedakan berdasarkan jenis institusinya (universitas atau sekolah), dan batasan yang unik dari masing-masing jenis penjadwalan.

Penjadwalan perkuliahan mengacu pada pengalokasian sumber daya-sumber daya yang dimiliki Departemen suatu universitas. Kingston (2013) menjelaskan bahwa sumber daya yang dialokasikan berupa waktu yang telah dibagi dan dibatasi (sesi), mahasiswa, ruang kelas, dan dosen pengajar. Pengalokasian sumber daya - sumber daya tersebut bertujuan untuk mengadakan kegiatan belajar yang terencana dan mencapai target waktu tertentu. Penjadwalan perkuliahan akan menghasilkan informasi berupa jadwal perkuliahan. Jadwal perkuliahan tersebut akan memberikan informasi bagi pihak-pihak yang terlibat dalam kegiatan belajar-mengajar. Informasi tersebut membantu mahasiswa, dosen, dan bagian administrasi agar dapat menjalankan peran dan tugasnya masing-masing sesuai dengan jadwal yang telah disepakati.

2.2.3. Utilitas Ruang Kelas

Ruangan merupakan suatu sumber daya yang cukup penting dalam melangsungkan berbagai aktivitas. Dalam Universitas, ruangan juga merupakan suatu aset berharga dalam melangsungkan kegiatan utamanya yaitu perkuliahan. Di tengah perkuliahan tatap muka, tanpa adanya ruangan maka kegiatan tidak dapat dilangsungkan. Menurut Logendra (2015), ruangan perlu digunakan dengan efektif dan efisien. Penggunaan ruangan yang memperhatikan dua hal tersebut mampu memberikan penghematan sumber daya yang dapat digunakan untuk aktivitas lainnya. Sebaliknya bila utilitas ruangan yang menyatakan efisiensi dan efektifitas penggunaan ruangan rendah, maka suatu pertemuan kelas dinilai memberikan *cost* yang lebih tinggi daripada seharusnya.

2.2.4. Proses Bisnis

Terdapat beberapa definisi yang dikemukakan oleh para ahli terkait apa itu proses bisnis. Menurut Magal & Word (2010) proses bisnis merupakan suatu rangkaian aktivitas atau tugas yang menghasilkan *output* di dalam suatu sistem perusahaan. Aktivitas-aktivitas di dalam proses bisnis dijalankan oleh masing-masing departemen atau bagian dalam sistem. Bagian-bagian yang dibedakan secara fungsional tersebut saling berinteraksi untuk mencapai tujuan bersama.

Dengan hampir serupa, Weske (2007) mengemukakan bahwa proses bisnis merupakan sekumpulan aktivitas dalam suatu organisasi yang memerlukan koordinasi dalam menjalankannya. Hal tersebut dilakukan guna mencapai suatu tujuan dalam organisasi sesuai dengan strategi yang ditetapkan. Proses bisnis akan saling berkaitan dan berinteraksi dengan proses bisnis lain, baik di dalam (antar departemen dalam organisasi) maupun di luar organisasi. Oleh karena itu proses bisnis suatu organisasi akan saling mempengaruhi dan dipengaruhi oleh proses bisnis lainnya.

2.2.5. Process Reengineering

Setelah suatu organisasi berhasil mendokumentasikan aktivitas-aktivitas yang dijalankan suatu departemen atau fungsi di dalam organisasinya, hal yang dapat dilakukan adalah melakukan *process reengineering*. Jones & George (2016) dalam bukunya yang berjudul *Contemporary Management* menjelaskan bahwa *process reengineering* merupakan perubahan total secara mendasar terhadap perencanaan dan perancangan ulang suatu proses bisnis yang sudah ada. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan *improvement* khususnya dalam hal efisiensi. Efisiensi tersebut dapat diukur dari berbagai aspek seperti waktu, biaya, dan kualitas pelayanan.

2.2.6. Algoritma Genetika

Algoritma genetika (GA) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang tergolong *NP-Hard Problem*. Penyelesaian tersebut menggunakan pendekatan *metaheuristic* yang terinspirasi dari konsep evolusi darwin melalui seleksi alami (Haupt & Haupt, 2004). Metode GA membentuk suatu populasi yang diisi oleh kromosom-kromosom. Masing-masing kromosom memiliki suatu nilai (*fitness*) sebagai representasi kualitas dari kromosom tersebut. Seluruh kromosom dalam populasi selanjutnya melalui tahap evolusi yang terdiri dari proses rekombinasi (*crossover*) dan mutasi. Proses tersebut terus berulang hingga mencapai batas waktu atau iterasi yang ditentukan.

Saat menggunakan metode algoritma genetika, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan. Algoritma genetika merupakan proses yang bersifat *heuristic*. Teknik *heuristic* berarti solusi ditemukan berdasarkan proses pencarian. Proses tersebut akan terus berjalan hingga syarat terminasi terpenuhi. Salah satu cara melakukan terminasi adalah jika ditemukan solusi yang memenuhi syarat tertentu. Berhentinya pencarian solusi maka memberi kemungkinan bahwa masih terdapat

solusi lainnya yang juga memenuhi fungsi tujuan namun tidak teridentifikasi. Oleh karena hal tersebut, solusi yang dihasilkan algoritma genetika tidak dapat ditetapkan sebagai hasil yang paling optimal dari seluruh alternatif solusi yang dapat diciptakan. Melainkan solusi merupakan lokal optimal, karena merupakan solusi terbaik sejauh pencarian yang telah dilakukan.

Reeves & Rowe (2002) menjelaskan mengenai elemen-elemen dasar metode algoritma genetika. Pertama adalah *Initial Population*. Hal yang harus diperhatikan untuk menciptakan populasi pertama adalah kapasitas dari populasi, dan bagaimana kromosom-kromosom diciptakan. Kapasitas populasi yang terlalu sedikit mengakibatkan semakin sedikit pula kemampuan untuk mengeksplorasi solusi yang ada pada ruang pencarian. Hal tersebut mengakibatkan berkurangnya efektivitas. Meski demikian populasi yang terlalu besar tidak akan menjamin ditemukannya solusi yang lebih baik. *Trial and error* dapat dilakukan untuk menentukan populasi yang menghasilkan performa terbaik dari segi kecepatan proses dan kualitas hasil metode GA.

Elemen dasar kedua adalah *Termination*. Menurut Reeves & Rowe (2002) GA merupakan proses pencarian stokastik. Proses stokastik berarti pencarian berdasarkan kaidah peluang sehingga solusi yang dihasilkan dapat bersifat acak. Hal tersebut mengakibatkan GA pada prinsipnya dapat dijalankan terus menerus sehingga proses terminasi perlu dilakukan. Pendekatan-pendekatan yang bisa dilakukan untuk melakukan terminasi dari proses GA adalah membatasi waktu pencarian, membatasi jumlah iterasi, atau menghentikan pencarian jika setelah sejumlah generasi tidak ada peningkatan kualitas dari kromosom terbaik (hasil solusi mencapai nilai konstan).

Elemen GA yang ketiga adalah *crossover*. *Crossover* dilakukan sebagai bentuk evolusi untuk menciptakan *offspring* atau solusi baru. Menurut Reeves & Rowe (2002) terdapat beberapa cara untuk mengaplikasikan konsep *crossover*. Strategi pertama adalah menciptakan nilai *random* yang disebut *crossover rate* untuk menentukan apakah suatu kromosom akan melalui proses *crossover* atau tidak. Strategi ini menggunakan hukum probabilitas di mana peluang untuk melakukan *crossover* dan tidak melakukan *crossover* masing-masing adalah 50%. Sedangkan strategi kedua menjadikan *crossover* proses yang wajib dilalui setiap kromosom. Pada strategi kedua, bila *Crossover* wajib dilakukan, maka terdapat pilihan untuk tidak melakukan mutasi. *Crossover* sendiri merupakan proses persilangan antara

nilai gen *parent* 1 dengan *parent* 2. Nilai gen tersebut disusun dan membentuk kromosom baru yang disebut *child*.

Elemen keempat adalah seleksi yang bertujuan untuk menentukan kromosom *parent*. Dibutuhkan dua *parent* untuk melakukan rekombinasi atau persilangan. Umumnya proses seleksi didasarkan pada *fitness* yang dimiliki masing-masing kromosom. Bila fungsi tujuan adalah maksimasi, maka kromosom dengan *Fitness* tertinggi memiliki peluang terpilih lebih besar. Hal tersebut berlaku sebaliknya bila fungsi tujuan adalah minimasi. Untuk itu penyesuaian perlu dilakukan.

Terdapat dua cara yang dapat digunakan yaitu *tournament selection* atau *roulette wheel*. Konsep dari *tournament selection* adalah mengambil secara acak sejumlah kromosom dalam populasi kemudian memasukkannya ke dalam populasi *tournament*. Kromosom-kromosom tersebut kemudian dibandingkan berdasarkan *fitness*. Kromosom yang memiliki *Fitness* terbaik pada populasi *tournament* akan terpilih sebagai *parent*. Sedangkan konsep dari *roulette wheel* adalah menggunakan probabilitas distribusi yang proporsional dengan nilai *Fitness* masing-masing kromosom.

Elemen kelima adalah mutasi. Terdapat dua strategi yang dapat digunakan dalam implementasi proses mutasi. Strategi pertama adalah dengan menciptakan suatu nilai yang didapatkan secara acak, disebut *mutation rate*. Kemudian menggunakan hukum probabilitas, diputuskan apakah kromosom akan bermutasi atau tidak. Masing-masing kejadian tersebut memiliki peluang 50%. Strategi kedua yang dapat digunakan adalah dengan menjadikan mutasi sebagai proses yang wajib dilalui. Berlawanan dengan strategi kedua pada elemen *crossover*, bila mutasi dilakukan maka *crossover* dapat tidak dilakukan. Melakukan keduanya tidak menjamin bahwa kromosom baru yang dihasilkan akan semakin baik.

Elemen keenam adalah *new population*. Sekumpulan kromosom pada *initial population* yang telah melalui tahap seleksi, rekombinasi, dan mutasi menjadi anggota dari *new population*. Pada populasi yang baru ini, evaluasi perlu dilakukan. Terdapat beberapa cara yang dapat dipilih untuk melakukan evaluasi, yaitu sesuai dengan elemen *termination* yang dibahas sebelumnya. Pertama, apakah proses GA telah mencapai batas waktu yang telah ditetapkan. Kedua, apakah iterasi pada proses GA telah mencapai batasnya. Ketiga, apakah *Fitness* terbaik pada populasi yang baru sama dengan beberapa populasi sebelumnya. Ketiga cara ini dapat menjadi pilihan untuk menyudahi proses GA. Namun, bila salah satu atau ketiga

syarat terminasi belum terpenuhi, maka GA akan melanjutkan prosesnya. Iterasi baru akan terbentuk begitu pula dengan populasi baru, yang diisi oleh kromosom-kromosom berikutnya.



BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Setelah sistem penjadwalan perkuliahan diciptakan dan melalui tahap simulasi serta pembahasan hasil simulasi, diperoleh beberapa kesimpulan berikut.

- a. Telah berhasil menciptakan sistem berupa aplikasi penjadwalan perkuliahan yang mampu merekomendasikan jadwal perkuliahan.
- b. Sistem penjadwalan perkuliahan dapat menggunakan data *resource* penjadwalan yang aktual melalui *database*.
- c. Keenam jadwal yang dihasilkan melalui tahap simulasi dinyatakan *feasible* karena tidak melanggar satu pun batasan penjadwalan yang dipertimbangkan dalam penelitian ini.
- d. Aplikasi penjadwalan perkuliahan mampu melakukan optimasi nilai *Fitness* berupa maksimasi rata-rata utilitas seluruh ruangan pada jadwal. Semakin tinggi nilai *Fitness* yang dapat dihasilkan setiap generasi menunjukkan semakin minim *cost* akibat pemborosan kapasitas ruangan.
- e. Berdasarkan keenam percobaan dapat disimpulkan bahwa semakin besar *population size*, maka semakin cepat algoritma genetika menemukan kromosom dengan *fitness* tertinggi.
- f. *Crossover rate* dan *Mutation rate* yang semakin tinggi akan mempercepat pencarian jadwal perkuliahan yang memiliki *fitness* tertinggi dari seluruh generasi. Hal tersebut karena pencarian dilakukan lebih luas, sehingga hasil lebih bervariasi.

7.2. Saran

Meskipun tujuan telah dicapai, masih terdapat banyak kekurangan dari sistem pendukung keputusan menggunakan algoritma genetika yang diterapkan penelitian ini. Berikut adalah beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya untuk menuju ke arah yang lebih baik.

- a. Masih banyak batasan dari penjadwalan perkuliahan yang belum diperhitungkan. Diharapkan penelitian berikutnya dapat memperhitungkan batasan penjadwalan lebih banyak lagi sehingga rekomendasi jadwal semakin realistis.

- b. Perlu dirancang suatu *user interface* yang mempermudah pengguna aplikasi dalam memasukkan data ke dalam *database*, serta penggunaan aplikasi secara keseluruhan.
- c. Agar jadwal yang dihasilkan semakin realistis, perlu ditambah satu data variabel penjadwalan lagi untuk dialokasikan, yaitu dosen pengampu.
- d. Setelah dosen pengampu diperhitungkan sebagai data variabel, maka penelitian selanjutnya di harapkan dapat melakukan penjadwalan bagi kelas paralel yang dijalankan pada waktu bersamaan.
- e. Di tengah masa *pandemicovid-19* dan bila perkuliahan sudah dapat dilakukan secara *offline* sesuai protokol kesehatan, maka sebaiknya penelitian selanjutnya mempertimbangkan untuk menyusun rekomendasi jadwal dengan memperhatikan penyesuaian utilitas ruangan (*Room Utility*) dengan kebijakan *social distancing*.
- f. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengolahan data terkait jumlah peminat suatu mata kuliah untuk menentukan jumlah kelas paralel yang harus dibuka.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., Ali, M. H., & Sipan, I. (2012). Benchmarking Space Usage in Higher Education Institute : Attaining Efficient Use. *Journal of Techno-Social*, 4, 11-20.
- Akkan, C., & Gülcü, A. (2018). A bi-Criteria Hybrid Genetic Algorithm with Robustness Objective for The Course Time Tabling Problem. *Computers and Operational Research*, 90, 22-32.
- Baker, K., & Trietsch, D. (2009). *Principles of Sequencing and Scheduling*. New York: John Wiley & Sons.
- Bronzite, M. (2000). *System Development : A Strategic Framework*. London: Springer-Verlag London.
- Buliali, J. L., Herumurti, D., & Wiriapradja, G. (2008). Penjadwalan Matakuliah Dengan Menggunakan Algoritma Genetika dan Metode Constraint Satisfaction. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Vol. 7*, 25-34.
- Haupt, R., & Haupt, S. E. (2004). *Practical Genetic Algorithms* (2 ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Jogiyanto, H. (2005). *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi.
- Jones, G. R., & George, J. M. (2016). *Contemporary Management, Ninth Edition*. New York: McGraw-Hill Education.
- Kadir, A. (2003). *Pengenalan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi.
- Kingston, J. (2013). Educational Timetabling. In S. Uyar, E. Ozcan, & N. Urquhart, *Studies in Computational Intelligence* (pp. 91-108). Springer Berlin Heidelberg.
- Laksono, A. T., Utami, M. C., & Sugiarti, Y. (2016). Sistem Penjadwalan Kuliah Menggunakan Metode Algoritma Genetika (Studi Kasus: Fakultas Kedokteran dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Jakarta). *Studia Informatika: Jurnal Sistem Informasi*, 177-188.
- Logendra, R. (2015). Space Utilization in Higher Education : A Case Study in The Faculty of Arts, University of Colombo. doi:10.13140/RG.2.1.2857.9286
- Magal, S. R., & Word, J. (2010). *Integrated Business Processes with ERP System*. John Wiley & Sons.

- Mahiba, A., & Durai , C. (2012). Genetic Algorithm with Search Bank Strategies for University Course Timetabling Problem. *Procedia Engineering*, 38, 253-263.
- Reeves, C., & Rowe, J. (2002). *Genetic Algorithms-Principles and Perspectives*. Kluwer Academic Publisher.
- Schaerf, A. (1999). A Survey of Automated Timetabling. *Artificial Intelligence Review*, 13, 87-127.
- Weske, M. (2007). *Business Process Management Concepts, Languages, Architectures*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Yang, Y., Gao, W., & Gao, Y. (2017). Mathematical Modeling and System Design of Timetabling Problem Based on Improved GA. *13th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD 2017)*, 214-220.

